



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112017026771-3 B1



(22) Data do Depósito: 21/06/2016

(45) Data de Concessão: 01/02/2022

(54) Título: MÉTODO PARA PRODUIR UM MATERIAL DE AÇO DE FERRAMENTA DE ALTA VELOCIDADE, E, PRODUTO DE AÇO DE FERRAMENTA DE ALTA VELOCIDADE

(51) Int.Cl.: C21D 8/00; B23B 27/14; B23B 51/00; B23C 5/16; C21D 8/06; (...).

(30) Prioridade Unionista: 22/06/2015 JP 2015-124584.

(73) Titular(es): HITACHI METALS, LTD..

(72) Inventor(es): SHIHO FUKUMOTO; TAISHIROH FUKUMARU.

(86) Pedido PCT: PCT JP2016068374 de 21/06/2016

(87) Publicação PCT: WO 2016/208571 de 29/12/2016

(85) Data do Início da Fase Nacional: 12/12/2017

(57) Resumo: MÉTODO PARA PRODUIR UM MATERIAL DE AÇO DE FERRAMENTA DE ALTA VELOCIDADE, E, PRODUTO DE AÇO DE FERRAMENTA DE ALTA VELOCIDADE. São providos: um método para produzir um material de aço de ferramenta de alta velocidade capaz de aumentar carbonetos na estrutura de um produto de aço de ferramenta de alta velocidade; um método para produzir um produto de aço de ferramenta de alta velocidade; e um produto de aço de ferramenta de alta velocidade. O método para produzir um material de aço de ferramenta de alta velocidade é provido com: uma etapa de lingotamento para laminar aço fundido para obter um lingote de aço; uma etapa de lingotamento para aquecer o lingote de aço obtido na dita etapa de lingotamento para uma temperatura mais alta que 1120 °C e, em seguida, conformação a quente do mesmo para obter um material intermediário; e uma etapa de acabamento para aquecer o material intermediário obtido na etapa de lingotamento para uma temperatura de 900-1120 °C e, em seguida, conformação a quente do mesmo para obter o material de aço de ferramenta de alta velocidade. Ainda, dito método para produzir um material de aço de ferramenta de alta velocidade é provido com uma etapa de (...).

“MÉTODO PARA PRODUZIR UM MATERIAL DE AÇO DE FERRAMENTA DE ALTA VELOCIDADE, E, PRODUTO DE AÇO DE FERRAMENTA DE ALTA VELOCIDADE”

DESCRIÇÃO

CAMPO TÉCNICO

[0001] A invenção A invenção se refere a um método para produzir um material de aço de ferramenta de alta velocidade usado para um produto de aço de ferramenta de alta velocidade, tal como uma ferramenta de corte, uma ferramenta de usinagem ou um molde. A invenção também se refere a um método para produzir o produto de aço de ferramenta de alta velocidade e também ao produto de aço de ferramenta de alta velocidade.

TÉCNICA ANTERIOR

[0002] Uma vez que um aço rápido para ferramenta tem uma excelente resistência ao desgaste, o material tem sido usado como um material para uma ferramenta de corte, tal como fresa frontal, broca, cortador para abertura de roscas ou de fresagem, e uma ferramenta de recorte, tal como serra de fita. Também, o material de aço de ferramenta de alta velocidade é usado para um material de alguns moldes de processamento de plástico, tais como para prensagem ou forjamento (ver a Literaturas de patente 1 a 3).

[0003] Tipicamente, o material de aço de ferramenta de alta velocidade é produzido como segue: um lingote de aço é moldado a partir de um aço fundido que foi ajustado para ter uma predeterminada composição (uma etapa de lingotamento) e então o lingote, como um material de partida, é sujeito a várias conformações a quente e tratamentos térmicos para produzir um material de aço que tem uma predeterminada dimensão. Nas conformações a quente acima, o lingote é primeiramente conformado a quente e resfriado rapidamente para formar materiais intermediários em uma forma de uma chapa, um bloco, um tarugo, uma barra de folhas etc. (etapa de lingotamento). Então, o material intermediário é ulteriormente conformado a

quente para terminá-lo em um material de aço tendo um formato que corresponde a um produto (etapa de acabamento). Quando o produto produzido a partir do material de aço é uma fresa frontal, broca, abridor de roscas etc., o material de aço é feito para ter um formato de barra tendo um diâmetro ou um lado de sua seção transversal sendo cerca de 5 a 50 mm, por exemplo. Quando o produto é serra de fita etc., o material de aço é feito para ter um formato de arame tendo um diâmetro ou um lado de sua seção transversal sendo cerca de 1 a 5 mm por exemplo.

[0004] O material de aço de ferramenta de alta velocidade é tipicamente fornecido para um fabricante do produto, tal como ferramenta de corte, em um estado recozido tendo baixa dureza. O material fornecido para o fabricante é usinado em um formato do produto, e é então ajustado para ter a predeterminada dureza de uso através da têmpera e revenimento. Usualmente, o material tendo sido ajustado para ter a dureza de uso é sujeito à usinagem de acabamento. Em um caso de uma serra de fita, o material em forma de arame é soldado a um material de base, e é então sujeito à usinagem (processo de afiação) e têmpera e revenimento.

LISTA DE CITAÇÃO

LITERATURA DE PATENTE

[0005] Literatura de patente 1: JP-A-2013-213277

[0006] Literatura de patente 2: JP-A-11-006042

[0007] Literatura de patente 3: JP-A-04-111962

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[0008] Um produto de aço de ferramenta de alta velocidade tem uma excelente resistência ao desgaste, à qual a existência de carbonetos formados em sua estrutura contribui significativamente. A esse respeito, os produtos de aço rápido para ferramentas de acordo com Literaturas de Patente 1 a 3 têm também uma excelente resistência ao desgaste. A resistência ao desgaste do produto de aço de ferramenta de alta velocidade pode ser ainda mais

melhorada por aumento de uma quantidade de carbonetos na estrutura.

[0009] Um objetivo da invenção é o de prover um método para produzir um material de aço de ferramenta de alta velocidade, capaz de aumentar carbonetos na estrutura de um produto de aço de ferramenta de alta velocidade, e o de prover um método para produzir o produto de aço de ferramenta de alta velocidade e o de prover o produto de aço de ferramenta de alta velocidade.

[00010] De acordo com a invenção é provido um método para produzir um material de aço de ferramenta de alta velocidade, incluindo, em% em massa, C: 0,50% a 2,20%, Si: 0,10% a 1,00%, Mn: 0,10% a 1,00%, P: não mais que 0,025%, S: não mais que 0,0040%, Cr: 3,00% a 7,00%, Mo e W sozinhos, ou em combinação, em uma quantidade de (W + 2Mo): 5,00 a 30,00%, V: 0,60 a 5,00%, e o equilíbrio de Fe e impurezas. O método inclui:

uma etapa de lingotamento para laminar um lingote de aço a partir de um aço fundido,

uma etapa de lingotamento por aquecimento do lingote produzido na etapa de lingotamento a uma temperatura superior a 1120 °C e então conformação a quente do mesmo para produzir um material intermediário, e

uma etapa de acabamento por aquecimento do material intermediário produzido na etapa de lingotamento a uma temperatura de 900 °C a 1120 °C e então conformação a quente do mesmo para produzir o material de aço de ferramenta de alta velocidade tendo a composição acima.

Em uma modalidade do método, o material de aço de ferramenta de alta velocidade inclui adicionalmente um ou mais de, em% em massa, Co: não é superior a 10,00%, Al: não é superior a 0,30%, e Ca: não mais que 0,0150%.

[00011] Em uma modalidade, o método inclui adicionalmente uma etapa de recozimento para recozer o material de aço de ferramenta de alta velocidade tendo a composição acima produzida na etapa de acabamento.

[00012] De acordo com a invenção é também provido um método para produzir um produto de aço de ferramenta de alta velocidade incluindo temperar e revenir o material de aço de ferramenta de alta velocidade produzido pelo método acima para produzir o material de aço de ferramenta de alta velocidade.

[00013] Também, a invenção provê um produto de aço de ferramenta de alta velocidade incluindo, em% em massa, C: 0,50% a 2,20%, Si: 0,10% a 1,00%, Mn: 0,10% a 1,00%, P: não mais que 0,025%, S: não mais que 0,0040%, Cr: 3,00% a 7,00%, Mo e W sozinhos, ou em combinação, em uma quantidade de (W + 2Mo): 5,00% a 30,00%, V: 0,60 a 5,00%, e o equilíbrio de Fe e impurezas. Em a estrutura de seção transversal do produto de aço de ferramenta de alta velocidade, uma razão de área de carbonetos do tipo MC tendo um comprimento máximo que não é menor que 0,40 μm na estrutura de seção transversal não é inferior a 3,8%, e uma razão de área de carbonetos do tipo M_6C tendo um comprimento máximo que não é menor que 0,40 μm não é inferior a 6,8%.

[00014] Em uma modalidade, o produto de aço de ferramenta de alta velocidade inclui adicionalmente um ou mais de, em% em massa, Co: não é superior a 10,00%, Al: não é superior a 0,30%, e Ca: não mais que 0,0150%.

[00015] De acordo com a invenção, carbonetos podem ser aumentados em uma estrutura do produto de aço de ferramenta de alta velocidade.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[00016] A figura 1 mostra a Imagem por elétrons retro difundidos (BSE) de uma estrutura de seção transversal de um exemplo de um produto de aço de ferramenta de alta velocidade de acordo com a invenção.

[00017] A figura 2 mostra a relação entre uma temperatura de aquecimento de um material intermediário em uma etapa de acabamento, e uma razão de área de carbonetos dos tipos MC e M_6C em uma estrutura de seção transversal de um produto.

DESCRICÃO OF MODALIDADES

[00018] (1) Um método de acordo com a invenção é para produzir um material de aço de ferramenta de alta velocidade incluindo, em% em massa, C: 0,50% a 2,20%, Si: 0,10% a 1,00%, Mn: 0,10% a 1,00%, P:

[00019] não mais que 0,025%, S: não mais que 0,0040%, Cr: 3,00% a 7,00%, Mo e W sozinhos, ou em combinação, em uma quantidade de (W + 2Mo): 5,00 a 30,00%, V: 0,60 a 5,00%, e o equilíbrio de Fe e impurezas. O material de aço de ferramenta de alta velocidade pode incluir adicionalmente um ou mais de, em% em massa, Co: não é superior a 10,00%, Al: não é superior a 0,30%, e Ca: não mais que 0,0150%.

[00020] A composição do material de aço de ferramenta de alta velocidade (ou do produto) de acordo com a invenção abrange aquele de um material de aço convencional para ferramenta de alta velocidade. A composição abrange também grau de aço de uso geral, tal como SKH51, que é normatizado na JIS-G-4403 “Material de aço de ferramenta de alta velocidade”. A composição será explicada abaixo.

[00021] C: 0,50 a 2,20%

[00022] C (carbono) liga-se ao Cr, W, mo ou V para formar um carboneto e melhora assim a resistência ao desgaste de um produto. Todavia, demasiado carbono reduz a tenacidade. Assim, uma quantidade de carbono é feita a 0,50 a 2,20%, desde que o teor de carbono seja equilibrado com o teor de Cr, W, mo ou V, o que é explicado abaixo. Preferivelmente, o teor de carbono não é inferior a 1,00%, mais preferivelmente não é inferior a 1,10%. Também, o teor de carbono preferivelmente não é superior a 1,50%, mais preferivelmente não é superior a 1,30%, ainda mais preferivelmente não é superior a 1.25%.

[00023] Si: 0,10 a 1,00%

[00024] Si (silício) é tipicamente usado como desoxidante em uma etapa de lingotamento. Si tem um efeito para aumentar a usinabilidade de um

material. Todavia, demasiado Si reduz a tenacidade de um produto. Assim, uma quantidade de Si é feita a 0,10 a 1,00%. Preferivelmente, o teor de Si não é inferior a 0,25%, mais preferivelmente não é inferior a 0,40%. Também, o teor de Si preferivelmente não é superior a 0,80%, mais preferivelmente não é superior a 0,60%.

[00025] Mn: 0,10 a 1,00%

[00026] Mn (manganês) é usado como desoxidante similar ao Si. Mn tem um efeito de melhorar capacidade de endurecimento, e assim faz com que um produto tenha uma apropriada dureza quando temperado e revenido. Todavia, demasiado Mn reduz a tenacidade, uma vez que austenita residual aumenta na estrutura depois da têmpera e revenimento. Assim, uma quantidade de Mn é 0,10 a 1,00%, preferivelmente, não é inferior a 0,15%, mais preferivelmente não é inferior a 0,20%. Também, o teor de Mn preferivelmente não é superior a 0,75%, mais preferivelmente não é superior a 0,50%, ainda mais preferivelmente não é superior a 0,45%.

[00027] P: não mais que 0,025%

[00028] P (fósforo) está inevitavelmente incluído em vários tipos de material de aço de ferramenta de alta velocidade, mesmo se ele não for intencionalmente adicionado. Fósforo segrega-se nos limites de grãos de austenita e torna os limites de grãos frágeis durante o tratamento térmico, tal como têmpera. Por conseguinte, fósforo é limitado a não mais que 0,025% para manter uma tenacidade de um produto, incluindo o caso de adição intencional.

[00029] S: não mais que 0,0040%

[00030] S (enxofre) está inevitavelmente incluído em vários tipos de material de aço de ferramenta de alta velocidade, mesmo se ele não for intencionalmente adicionado. Se demasiado enxofre for incluído, ele reduz a capacidade de conformação a quente de um lingote antes da conformação a quente e um material intermediário, e assim fissuras serão geradas no lingote

e no material intermediário durante a conformação a quente. Para um material de aço incluindo cálcio, descrito abaixo, enxofre liga-se ao cálcio para prevenir a melhoria da capacidade de conformação a quente, o que é uma função vantajosa de cálcio. Por conseguinte, um teor de enxofre deve ser reduzido e ele deve ser limitado a não mais que 0,040%, preferivelmente não mais que 0,0020%, e mais preferivelmente não mais que 0,0010%.

[00031] Cr: 3,00 a 7,00%

[00032] Cr é eficaz para aumentar a capacidade de endurecimento e aumentar a resistência ao desgaste de um produto por formar um carboneto. Cr também provê resistência à oxidação. Todavia, se demasiado Cr for incluído, ele levará à redução de tenacidade e resistência às altas temperaturas. Assim, um teor de Cr é feito em 3,00-7,00%. Preferivelmente, o teor de Cr não é inferior a 3,50%, e mais preferivelmente não é inferior a 4,00%. Em adição, o teor de Cr não é superior a 5,50%, e mais preferivelmente não é superior a 5,00%.

[00033] Mo e W sozinhos, ou em combinação, em uma quantidade de (W + 2Mo): 5,00-30,00%

[00034] W (tungstênio) e Mo (molibdênio) são elementos que se ligam ao carbono para formar um carboneto para melhorar a resistência ao desgaste e resistência à apreensão de um produto. Também, W e Mo têm um maior efeito de endurecimento secundário durante a têmpera e assim podem prover resistência às altas temperaturas. W e Mo podem estar incluídos sozinhos ou em combinação. Uma quantidade de W e Mo pode ser definida por equivalente de tungstênio que é expresso como (W+2Mo), uma vez que Mo tem um peso atômico de aproximadamente a metade de W. A fim de provocar o efeito acima, o valor da expressão relacional (W+2Mo) é tornado não inferior a 5,00%. Preferivelmente, o valor não é inferior a 10,00%, mais preferivelmente não é inferior a 15,00%, ainda mais preferivelmente não é inferior a 17,00%.

[00035] Todavia, demasiados W e Mo são incluídos, a capacidade de conformação a quente de um lingote de aço e de um material intermediário é reduzida. Assim, o valor da expressão relacional (W+2Mo) não é superior a 30,00%, mais preferivelmente não é inferior a 22,00%, e ainda mais preferivelmente não é inferior a 20,00%.

[00036] V: 0,60 a 5,00%

[00037] V (vanádio) é um elemento que liga-se ao carbono para formar um carboneto duro, e assim e assim para melhorar a resistência ao desgaste de um produto. Todavia, quando demasiado vanádio é incluído, um produto tem tenacidade mais baixa. Assim, um teor de vanádio é feito em 0,60% a 5,00%. Preferivelmente, o teor de vanádio não é inferior a 1,00%, mais preferivelmente não é inferior a 1,50%, e ainda mais preferivelmente não é inferior a 2,00%. Particularmente preferivelmente, o teor não é inferior a 2,50%. Também, o teor de vanádio preferivelmente não é superior a 4,00%, mais preferivelmente não é superior a 3,50%, e ainda mais preferivelmente não é superior a 3,00%.

[00038] No material de aço de ferramenta de alta velocidade de acordo com a invenção, Co, Al e Ca são elementos que possivelmente permanecem em um aço. Eles podem ser incluídos, quando necessário, em vista dos seguintes efeitos.

[00039] Co: não é superior a 10,00%

[00040] Co (cobalto) sólido se dissolve em uma matriz para melhorar a tenacidade e resistência ao calor de um produto. Todavia, demasiado Co reduz a tenacidade de um produto. Assim, não mais que 10,00% (incluindo 0%) de Co podem ser incluídos. O teor de Co preferivelmente não é superior a 5,00%, mais preferivelmente não é superior a 3,00%, e ainda mais preferivelmente não é superior a 2,00%. Mesmo se Co não for intencionalmente adicionado, Co pode estar incluído por, por exemplo, em menos que 0,10%. No caso de adição de Co, o teor de Co preferivelmente não

é inferior a 1,00%.

[00041] Al: não é superior a 0,30%

[00042] Al (alumínio) tem um efeito de tornar uma estrutura fundida uniforme e fina, e melhorar a capacidade de conformação a quente de um lingote. Todavia, se demasiado Al for incluído, muitas inclusões à base de alumina são formadas na estrutura, e a tenacidade de um produto é reduzida. Assim, não mais que 0,30% de Al pode ser incluído. O teor de Al preferivelmente não é superior a 0,25%, mais preferivelmente não é superior a 0,20%. No caso da adição de Al, o teor de Al preferivelmente não é inferior a 0,02%, mais preferivelmente não é inferior a 0,06%, ainda mais preferivelmente não é inferior a 0,08%, e particularmente preferivelmente não é inferior a 0,10%.

[00043] Ca: não mais que 0,0150%

[00044] Ca (cálcio) tem um efeito de aumentar uma quantidade absoluta de carbonetos do tipo MC descritos abaixo, e assim é eficaz para melhorar a resistência ao desgaste de um produto. Ca, similarmente ao Al, torna uma estrutura fundida uniforme e fina para melhorar a capacidade de conformação a quente de um lingote de aço. Todavia, se demasiado Ca for incluído, a maioria de Ca forma inclusões à base de óxidos para reduzir a limpeza. Assim, não mais que 0,0150% de Ca pode ser incluído. Não mais que 0,0130% de Ca é preferível, mais preferivelmente não mais que 0,0120%, e ainda mais preferivelmente não mais que 0,0100%. Em um caso da adição de Ca, o teor de Ca preferivelmente não é inferior a 0,0050%, mais preferivelmente não é inferior a 0,0060%, e ainda mais preferivelmente não é inferior a 0,0070%.

[00045] No material de aço de ferramenta de alta velocidade de acordo com a invenção, O (oxigênio) e N (nitrogênio) são elementos que possivelmente ficam remanescentes no aço, como impurezas. Esses elementos são preferivelmente incluídos em quantidade tão baixa quanto possível.

[00046] N: não mais que 0,0100%

[00047] N (nitrogênio) é um elemento que inevitavelmente existe em um aço. Se demasiado nitrogênio for incluído, muitas inclusões à base de nitretos são formadas na estrutura para abaixar a qualidade de um produto. Assim, o teor de nitrogênio é preferivelmente limitado a não mais que 0,0100%, mais preferivelmente não mais que 0,0060%, ainda mais preferivelmente não mais que 0,0050%, e particularmente preferivelmente não mais que 0,0020%.

[00048] O: não mais que 0,0040%

[00049] O (oxigênio) é um elemento que inevitavelmente existe em um aço. Se demasiado oxigênio for incluído, muitas inclusões à base de óxidos são formadas na estrutura para abaixar a qualidade de um produto. Assim, o teor de oxigênio é preferivelmente limitado a não mais que 0,0040%, mais preferivelmente não mais que 0,0030%, e ainda mais preferivelmente não mais que 0,0020%.

[00050] (2) O método para produzir um material de aço de ferramenta de alta velocidade de acordo com a invenção inclui uma etapa de lingotamento para laminar um lingote de aço a partir de um aço fundido.

[00051] Como mencionado acima, um material de aço de ferramenta de alta velocidade é tipicamente produzido a partir de um lingote, como um material de partida, que foi produzido por fundição de um aço fundido que foi ajustado para ter uma predeterminada composição. De acordo com a invenção, quaisquer processos para produzir o lingote, diferentes de um típico processo de fundição contínuo, podem ser empregados, com o uso de uma caixa de lingote, tal como o processo de fundição contínuo, ou processo de refusão por arco sob vácuo ou processo de refusão por arco voltaico em escória, que é conduzido para um lingote já moldado. Em conexão a isto, por exemplo, a JIS-G-0203, intitulada “Terminology for Steel Industry (product and quality)” (“Terminologia para a Indústria do Aço (produto e qualidade)”)),

define o “lingote” como “aço solidificado que foi moldado de um aço fundido um molde de moldagem (uma caixa de lingote) e solidificado no mesmo, ou uma peça escalonada continuamente moldada. Tipicamente, o lingote é trabalhado para formar um produto semiacabado ou um produto através de um processo posterior, tal como a conformação a quente ou forjamento. (Um lingote inclui um que foi refundido através de processo a arco sob vácuo ou processo por arco sob vácuo ou processo por arco voltaico em escória e moldado).”

[00052] O lingote pode ser sujeito a, se necessário, por exemplo, tratamento de estabilização térmica (processo de estabilização térmica) no qual o lingote é mantido a uma temperatura predeterminada por um determinado período de tempo.

[00053] (3) O método para produzir um material de aço de ferramenta de alta velocidade de acordo com a invenção inclui uma etapa de lingotamento por aquecimento do lingote produzido na etapa de lingotamento descrita em (2) a uma temperatura superior a 1120 °C e então conformação a quente do mesmo para produzir um material intermediário

[00054] Uma composição do material de aço de ferramenta de alta velocidade de acordo com a invenção inclui, como mencionado acima, aquela do grau de aço de uso geral de SKH51 etc. Uma característica da invenção é a de ajustar as condições da conformação a quente, para um método de produção de um aço rápido para ferramenta incluindo tal grau de aço de uso geral, de forma que carbonetos na estrutura de um produto de aço de ferramenta de alta velocidade possam ser aumentados para aumentar a resistência ao desgaste sem alteração da composição.

[00055] É eficaz aumentar uma quantidade de carbonetos em uma estrutura temperada e revenida do produto de aço de ferramenta de alta velocidade, a fim de melhorar a resistência ao desgaste do mesmo. Entre os carbonetos, “carbonetos do tipo MC” incluindo mais vanádio e “carbonetos

do tipo M6C” incluindo mais tungstênio e molibdênio são duros e apropriados para melhorar a resistência ao desgaste. Assim, é eficaz melhorar a resistência ao desgaste do produto de aço de ferramenta de alta velocidade para aumentar particularmente carbonetos dos tipos MC e M6C na estrutura do produto. Os inventores verificaram que, mesmo para um produto de aço convencional para ferramenta de alta velocidade, os carbonetos podem ser aumentados por meio do emprego de condições especiais da conformação a quente sem a modificação da composição dos mesmos.

[00056] Em um método típico para produzir o material de aço de ferramenta de alta velocidade, o processo de conformação a quente inclui a “etapa de lingotamento” para laminar um lingote de aço produzido por uma etapa de lingotamento como descrita em (2) e a “etapa de acabamento” para trabalhar um material intermediário produzido pela etapa de lingotamento para terminá-lo em um produto de aço. Aqui, o “material intermediário” pode ser interpretado como um estado de “produto semiacabado” definido, por exemplo, na JIS-G-0203 “Terminology for Steel Industry (product and quality)” (“Terminologia para a Indústria do Aço (produto e qualidade)”). O “produto semiacabado” é definido na JIS-G-0203 como “um produto semiacabado tendo um formato de seção transversal constante ao longo de uma direção longitudinal, que é produzido por laminação ou forjamento de um lingote ou por moldagem contínua. Tipicamente, o produto semiacabado é destinado a ser conformado a quente ou forjado a quente na etapa subsequente para conformá-lo em um produto acabado. Ele é classificado em uma chapa, um bloco, uma barra de folhas e similares de acordo com um formato e a dimensão de sua seção transversal”.

[00057] Em uma conformação a quente convencional, a temperatura de conformação a quente foi controlada para estar em uma mesma faixa de temperatura desde a etapa de lingotamento para a etapa de acabamento. Além disso, a temperatura de conformação a quente mais alta foi selecionada, tal

como 1160 °C, na Literatura de Patente 1, e 1150 °C na Literatura de Patente 3.

[00058] Em um método para produzir um material de aço de ferramenta de alta velocidade de acordo com a invenção, uma temperatura de trabalho durante a “etapa de lingotamento” e uma temperatura de trabalho durante a “etapa de acabamento” na conformação a quente são controladas separadamente.

[00059] Primeiro, a temperatura de trabalho da etapa de lingotamento será explicada. A etapa de lingotamento tem um papel da quebra dos carbonetos grossos do tipo MC, do tipo eutético, que existem em uma estrutura fundida de um lingote. A etapa de lingotamento também tem um papel da decomposição dos carbonetos do tipo M_2C , do tipo eutético, em uma estrutura moldada do lingote e de transformar os mesmos em carbonetos do tipo M_6C . Assim, é eficaz aumentar a temperatura de trabalho para uma alta temperatura de forma que a quebra dos carbonetos do tipo MC e a decomposição de carbonetos do tipo M_2C sejam facilitadas durante a etapa de lingotamento a fim de aumentar os carbonetos dos tipos MC e M_6C na estrutura. De acordo com a invenção, a temperatura de trabalho na etapa de lingotamento é determinada para ser mais alta que 1120 °C (isto é, uma temperatura do lingote) e assim o lingote de aço, antes de ser resfriado rapidamente, deve ser aquecido para uma temperatura mais alta que 1120 °C. Preferivelmente, a temperatura não é mais baixa que 1130 °C. Embora não exista particularmente uma necessidade de estabelecer um limite superior da temperatura, a temperatura de aquecimento é eficiente para não ser mais alta que 1160 °C em vista do custo de aquecimento. Preferivelmente, a temperatura não é mais alta que 1150 °C, e mais preferivelmente não é mais alta que 1140 °C.

[00060] A alta temperatura de trabalho na etapa de lingotamento é também preferível para manter a conformabilidade plástica do lingote em um

alto nível. Tipicamente, o lingote tem uma maior área de seção transversal que o material intermediário (ou o produto semiacabado). Assim, é requerido que o lingote tenha uma melhor conformabilidade plástica durante a etapa de lingotamento que o material intermediário durante a etapa de acabamento descrita posteriormente. Se a temperatura de trabalho for demasiadamente baixa na etapa de lingotamento, o lingote de aço pode ser sujeito à formação de fissuras.

[00061] Tipicamente, a temperatura do lingote cai gradualmente durante a etapa de lingotamento desde o início do lingotamento. Assim, a temperatura do lingote (isto é, do material intermediário) poderia não ser mais alta que 1120 °C no final do lingotamento. Mesmo se esse for o caso, o efeito do lingotamento de acordo com a invenção pode ser obtido na medida em que a temperatura de partida ou inicial do lingotamento seja mais alta que 1120 °C. Preferivelmente, a temperatura no final do lingotamento é mais alta que 900 °C. Ainda preferivelmente, a temperatura durante o lingotamento é mantida para ser mais alta que 1120 °C do início ao fim do lingotamento. Por meio disto, a conformabilidade plástica do lingote pode ser mantida, e o lingote é facilmente trabalhado para formar o material intermediário tendo uma predeterminada dimensão. Também, uma grande razão de trabalho pode ser aplicada ao lingote.

[00062] A fim de manter a temperatura de lingotamento do lingote em uma temperatura não inferior a 900 °C (ou, mais alta que 1120 °C), o lingotamento pode ser paralisado quando a temperatura diminuir para próximo a 900 °C para reaquecer o lingote, por exemplo, por aquecimento do lingote em um forno. Então, o lingotamento pode ser repetido até o lingote reaquecido ser trabalhado em um material intermediário tendo uma predeterminada dimensão (ou até uma predeterminada razão de trabalho ser aplicada ao lingote).

[00063] (4) O método para produzir um material de aço de ferramenta

de alta velocidade de acordo com a invenção inclui uma etapa de acabamento por aquecimento do material intermediário produzido na etapa de lingotamento (3) a uma temperatura de 900 °C a 1120 °C e conformação a quente do mesmo para produzir o material de aço de ferramenta de alta velocidade tendo a composição acima.

[00064] A etapa de acabamento é uma etapa para conformação a quente do material intermediário produzido na etapa de lingotamento, e o material intermediário é acabado em um produto de aço. Esta etapa de acabamento produz o acabamento no material intermediário para formar um material de aço de ferramenta de alta velocidade tendo um predeterminado formato e dimensão de acordo com um formato de produto. Em conexão a isto, o “produto de aço” é definido, por exemplo, na JIS-G-0203 “Terminology para Steel Industry (product and quality)” como “um termo geral de um aço que é processado para um formato requerido através de vários processos, como laminação, forjamento, repuxamento ou moldagem, embora um lingote e um produto semiacabado não sejam incluídos.” O material de aço de ferramenta de alta velocidade de acordo com a invenção é de um formato de, por exemplo, uma barra tendo uma seção transversal definindo um diâmetro ou um lado sendo cerca de 5 a 50 mm em um caso no qual o produto é uma fresa frontal, uma broca, um abridor de roscas etc.. Em um caso no qual o produto é uma serra de fita ou similar, o material de aço de ferramenta de alta velocidade é de um formato de um arame ou fio tendo uma seção transversal definindo um diâmetro ou um lado sendo cerca de 1 a 5 mm.

[00065] A etapa de acabamento é também uma etapa de esferoidização dos carbonetos dos tipos MC e M_6C na estrutura produzida durante a etapa de lingotamento. Ela é uma etapa importante para a invenção, uma vez que contribui para aumentar os carbonetos dos tipos MC e M_6C .

[00066] Se a temperatura (isto é, uma temperatura do material intermediário) durante a etapa de acabamento para trabalhar o material

intermediário produzido na etapa de lingotamento (3) puder ser mais alta que 1120 °C, a mesma que na etapa de lingotamento, os carbonetos dos tipos MC e M₆C na estrutura do material intermediário se dissolvem em fase sólida em uma matriz de uma estrutura de austenita no aquecimento antes e durante o trabalho de acabamento, e assim os carbonetos dos tipos MC e M₆C diminuem. Como um resultado, uma quantidade de carbonetos dos tipos MC e M₆C difere mesmo se tiverem a mesma composição, e a quantidade de carbonetos dos tipos MC e M₆C diminui assim a resistência ao desgaste do produto [é diminuída (?)]. Assim, a invenção limita a temperatura de trabalho na etapa de acabamento para um valor não mais alto que 1120 °C, e, por conseguinte, a temperatura de aquecimento do material intermediário antes da etapa de acabamento é limitada a não mais que 1120 °C. Preferivelmente, a temperatura não é mais alta que 1115 °C, mais preferivelmente não mais alta que 1110 °C.

[00067] Uma temperatura do material intermediário durante o trabalho de acabamento gradualmente diminui depois do início da etapa de acabamento, como é o caso do trabalho de lingotamento. Se a temperatura do material intermediário puder ser demasiadamente baixa durante o trabalho de acabamento, a trabalhabilidade do material intermediário diminui e se torna difícil produzir um material de aço que tem uma predeterminada dimensão. Por conseguinte, o material intermediário é aquecido a uma temperatura não inferior a 900 °C antes da etapa de acabamento. A temperatura de trabalho é preferivelmente mantida entre 1120 °C e 900 °C do início ao fim da etapa de acabamento. É também preferível manter a temperatura de trabalho a 900 °C a 1050 °C no final da etapa de acabamento. Por meio disto, a trabalhabilidade do material intermediário pode ser mantida e o produto de aço tendo uma predeterminada dimensão pode ser facilmente produzido. A fim de manter a temperatura do material intermediário a uma temperatura não inferior a 900 °C durante a etapa de acabamento, o trabalho de acabamento pode ser

paralisado quando a temperatura diminuir para próximo a 900 °C para reaquecer o material intermediário, por exemplo por reaquecimento do mesmo em um forno. Então, o trabalho pode ser repetido até o material intermediário reaquecido ser trabalhado em um material de aço que tem uma predeterminada dimensão.

[00068] (5) Preferivelmente, o método para produzir um material de aço de ferramenta de alta velocidade de acordo com a invenção pode incluir adicionalmente uma etapa de recozimento para recozer o material de aço produzido na etapa de acabamento (4).

[00069] É um processo normal recozer o material de aço produzido na etapa de acabamento. Este recozimento pode prover usinabilidade para a usinagem do mesmo em um formato de produto. Também, tensão residual depois da conformação a quente pode ser removida do material de aço. Uma temperatura de recozimento é tipicamente até cerca de 870 °C. Quando a temperatura de recozimento é demasiadamente alta, a solução sólida dos carbonetos dos tipos MC e M₆C em uma matriz da estrutura do material de aço é facilitada. Assim, a temperatura de recozimento é preferivelmente não superior a 900 °C. Também, a temperatura de recozimento é preferivelmente não inferior a 860 °C.

[00070] (6) Um método para produzir um produto de aço de ferramenta de alta velocidade inclui temperar e revenir o material de aço de ferramenta de alta velocidade, produzidos pelo método acima, incluindo cada etapa explicada acima.

[00071] O material de aço de ferramenta de alta velocidade produzido pelo método acima é temperado e revenido para o endurecimento do mesmo para uma predeterminada dureza e o ajuste do mesmo para um produto de aço de ferramenta de alta velocidade. O material de aço de ferramenta de alta velocidade é também ajustado para ter um formato do produto de aço de ferramenta de alta velocidade através de vários tipos de etapas de usinagem,

tais como corte e perfuração. A usinagem é preferivelmente conduzida em uma condição de baixa dureza (em uma condição recozida) antes da têmpera e revenimento. No caso, a usinagem de acabamento pode ser ainda conduzida depois da têmpera e revenimento.

[00072] Embora as temperaturas para a têmpera e revenimento se alterem de acordo com as composições do material de aço de ferramenta de alta velocidade e dureza visada, etc., preferivelmente a temperatura de têmpera é cerca de 1170 °C a cerca de 1220 °C, e preferivelmente a temperatura de revenimento é cerca de 550 °C a cerca de 590 °C. Em um caso de um aço rápido para ferramenta SKH51, por exemplo, a temperatura de têmpera é cerca de 1180 a cerca de 1210 °C e a temperatura de revenimento é cerca de 550 °C a cerca de 580 °C. A dureza na têmpera e revenimento preferivelmente não é maior que 69HRC. Ela preferivelmente não é menor que 64HRC.

[00073] Entre os carbonetos dos tipos MC e M₆C, aqueles que têm um comprimento máximo não inferior a 0,40 µm em uma estrutura de seção transversal dos produtos de aço rápido para ferramentas têm um grande efeito de melhorar a resistência ao desgaste. Em um produto de aço rápido convencional para ferramenta, as razões de área dos carbonetos dos tipos MC e M₆C tendo o comprimento máximo não inferior a 0,40 µm foram de até cerca de 3,0% e 6,0%, respectivamente.

[00074] De acordo com o método da invenção, a razão de área dos carbonetos do tipo MC tendo o comprimento máximo não inferior a 0,40 µm pode ser aumentada para não inferior a 3,8%. Preferivelmente, a razão de área pode ser aumentada para não inferior a 4,0%. O limite superior da razão de área dos carbonetos do tipo M₆C não é particularmente determinado. Todavia, não superior a 9,0% é realístico.

[00075] Também, de acordo com o método da invenção, a razão de área dos carbonetos do tipo M₆C tendo o comprimento máximo não inferior a

0,40 μm pode ser aumentada para não ser inferior a 6,8%. Preferivelmente, a razão de área pode ser aumentada para não inferior a 7,0%. O limite superior da razão de área dos carbonetos do tipo M₆C não é particularmente determinado. Todavia, não superior a 12,0% é realístico.

[00076] Uma medição da razão de área dos carbonetos dos tipos MC e M₆C tendo o comprimento máximo não inferior a 0,40 μm na estrutura de seção transversal do produto de aço de ferramenta de alta velocidade é explicada abaixo.

[00077] Primeiro, uma amostra a ser observada de sua seção transversal é tomada a partir do produto de aço. A porção a ser observada pode ser um local de trabalho do produto (quando o produto é uma ferramenta de corte ou uma ferramenta de recorte, a porção é uma aresta de corte, e quando o produto é um molde, a porção é um lado de gravura.).

[00078] Em seguida, a seção transversal é polida em espelho. A estrutura polida é observada com um microscópio eletrônico de varredura a 2000 ampliações, e uma imagem por elétrons retro difundidos (BSE) de 1260 * 960 pixels (área de 63 μm x 48 μm) por um campo de visão é armazenada. As imagens de 10 campos de visão são preparadas. A imagem de BSE pode distinguir diferenças composicionais de C, W, Mo, V e Fe etc.. Assim, ela pode representar carbonetos do tipo MC e carbonetos do tipo M₆C por luz e sombra de contraste. A figura 1 mostra um exemplo da imagem de BSE da estrutura de seção transversal de um produto de aço de ferramenta de alta velocidade A1, posteriormente descrito no Exemplo. Na figura 1, partículas dispersas em uma matriz são carbonetos. Entre os carbonetos, partículas de cor escura são “carbonetos do tipo MC (número de referência 1)” e partículas de cor clara são “carbonetos do tipo M₆C ((número de referência 2))”.

[00079] A partir dessas imagens de BSE, carbonetos do tipo MC e carbonetos do tipo M₆C tendo o comprimento máximo não inferior a 0,40 μm são extraídos com o uso de software de análise de imagem, e as respectivas

razões de área desses carbonetos na estrutura de seção transversal total de 10 campos de visão são obtidas.

EXEMPLO 1

[00080] Um aço fundido que foi ajustado para ter uma predeterminada composição foi preparado, e foi moldado em um lingote de aço de um aço rápido para ferramenta. A composição do lingote é mostrada na Tabela 1.

TABELA 1

Composição (% em massa)								
C	Si	Mn	P	S	Cr	W	Mo	V
1,18	0,49	0,29	0,021	0,0002	4,23	5,20	6,39	2,74

Composição (% em massa)					
Co	Al	Ca	N	O	Fe*
0,23	0,14	0,0087	0,0047	0,0004	Equilíbrio

* Incluindo impurezas

[00081] O lingote foi então lingotado. O lingote foi aquecido a 1130 °C e conformado a quente para produzir um material intermediário (um produto semiacabado) tendo uma dimensão seccional de 135 mm * 135 mm. Aqui, a temperatura de trabalho foi definida como uma temperatura medida em uma superfície do lingote. O lingote não foi reaquecido durante a conformação a quente. No final da conformação a quente, a temperatura foi 1049 °C.

[00082] Em seguida, o material intermediário produzido na etapa de lingotamento foi trabalhados em acabamento. O material intermediário foi aquecido em cada temperatura mostrada na Tabela 2 e conformado a quente para produzir uma barra tendo um diâmetro de 11mm. Assim, material de aço de ferramenta de alta velocidades A1-A6 e B1-B4 foi produzido. Aqui, a temperatura de trabalho foi definida como uma temperatura medida em uma superfície do material intermediário. O material intermediário não foi reaquecido durante a conformação a quente. No final da conformação a quente, a temperatura estava em uma faixa de 1000 °C a 1040 °C.

[00083] Os materiais de aço rápido para ferramentas foram recozidos a 870 °C. Então, os materiais foram aquecidos e mantidos em 1190 °C por 30 minutos, e temperados. Os materiais temperados foram revenidos duas vezes,

cada uma a 560 °C por uma hora (uma dureza alvo é 65,5HRC). Assim, os produtos de aço rápido para ferramentas A1-A6 e B1-B4 foram produzidos.

[00084] Para cada produto, as razões de área dos carbonetos do tipo MC e carbonetos do tipo M_6C tendo um comprimento máximo não inferior a 0,40 μm na estrutura de seção transversal foram medidas com o método de medição acima descrito. A seção transversal a ser observada foi tomada a partir de uma seção longitudinal incluindo uma linha central da barra. Além disso, a porção observada na seção longitudinal foi uma posição a uma distância de 1/8 de um diâmetro da barra a partir de uma superfície na direção para o centro do produto. Como o software de análise de imagem, “SCANDIUM” da Olympus Corporation foi usado. Os resultados estão mostrados na Tabela 2. A imagem de BSE da estrutura de seção transversal do produto de aço de ferramenta de alta velocidade A1 é mostrada na figura 1.

TABELA 2

Produto	Temperatura de aquecimento na etapa de lingotamento (°C)	Temperatura de aquecimento na etapa de acabamento (°C)	Razão de área de carbonetos do tipo MC (%)	Razão de área de carbonetos do tipo M_6C (%)	Observações
A1	1130	1102	4,0	7,0	Exemplo de acordo com a invenção
A2		1103	4,4	7,5	
A3		1107	4,0	7,3	
A4		1108	4,0	6,9	
A5		1109	4,5	7,0	
A6		1111	4,2	7,1	
B1		1128	4,0	6,6	Exemplo comparativo
B2		1129	3,8	6,2	
B3		1130	3,7	6,5	
B4		1140	3,4	6,5	

[00085] Os exemplos A1 a A6 de acordo com a invenção foram sujeitos ao processo de lingotamento depois de aquecidos a uma temperatura superior a 1120 °C, e, ao processo de acabamento, no qual eles foram conformados a quente a uma temperatura na qual os carbonetos dos tipos MC e M_6C dificilmente se dissolvem em fase sólida em uma matriz. Por conseguinte, a razão de área dos carbonetos do tipo MC tendo o comprimento máximo não inferior a 0,40 μm na estrutura de seção transversal foi não inferior a 3,8%, e aquela do M_6C carboneto foi não inferior a 6,8%.

[00086] Todavia, os exemplos comparativos B1 a B4 foram sujeitos ao

processo de lingotamento depois de aquecidos a uma temperatura superior a 1120 °C, e ao processo de acabamento no qual eles foram conformados a quente a uma temperatura na qual os carbonetos dos tipos MC e M₆C facilmente se dissolvem em fase sólida na matriz. Por conseguinte, as razões de área dos carbonetos dos tipos MC e M₆C tendo o comprimento máximo não inferior a 0,40 μm foram menores que aquelas dos Exemplos A1 a A6.

[00087] A figura 2 mostra uma relação entre a temperatura de aquecimento do material intermediário (isto é, uma temperatura de partida do processo) no trabalho de acabamento, e a razão de área de carbonetos do tipo MC e carbonetos do tipo M₆C tendo o comprimento máximo não inferior a 0,40 μm na estrutura de seção transversal do produto de aço de ferramenta de alta velocidade, com o uso dos resultados da Tabela 2. Entende-se a partir da figura 2 que os carbonetos dos tipos MC e M₆C na estrutura de seção transversal são aumentados por abaixamento da temperatura de trabalho na etapa de acabamento.

EXEMPLO 2

[00088] Aços fundidos que foram ajustados para ter predeterminadas composições foram preparados, e foram moldados para formar lingotes de aço de aços rápidos de ferramentas. As composições dos lingotes são mostradas na Tabela 3.

TABELA 3

Lingote de aço	Composição (% em massa)								
	1	1,17	0,51	0,31	0,017	0,0026	4,20	5,28	6,42
2	1,17	0,50	0,31	0,020	0,0018	4,13	5,31	6,45	2,84

Lingote de aço	Composição (% em massa)					
	Co	Al	Ca	N	O	Fe*
1	0,09	0,15	0,0091	0,0020	0,0013	Equilíbrio
2	0,05	0,13	0,0081	0,0022	0,0018	Equilíbrio

[00089] Os lingotes 1 e 2 foram aquecidos a 1140 °C e resfriados rapidamente para produzir materiais intermediários (produtos semiacabados) tendo uma dimensão seccional de 80 mm * 80 mm. Os lingotes não foram reaquecidos durante a conformação a quente da etapa de lingotamento. No

final da conformação a quente, a temperatura (uma temperatura da superfície dos lingotes) foi 1080 °C.

[00090] Embora a etapa de lingotamento tenha também sido conduzida a uma mais baixa temperatura de aquecimento de 1080 °C (isto é, uma temperatura de partida ou inicial da etapa de lingotamento) para os lingotes 1 e 2, as pontas dos lingotes apresentaram fissuras na etapa de lingotamento e etapa de lingotamento etapa de lingotamento não pôde ser continuada. Uma vez que materiais intermediários em um bom estado não foram produzidos, os experimentos subsequentes foram paralisados.

[00091] A seguir, os materiais intermediários produzidos na etapa de lingotamento a uma temperatura de aquecimento 1140 °C foram aquecidos às temperaturas mostradas na Tabela 4, e foram trabalhados em acabamento por processo de desbaste. Então, os materiais de aço rápido para ferramentas 1 e 2, correspondentes aos lingotes 1 e 2, respectivamente, foram produzidos, os quais têm um formato de barra retangular tendo uma seção transversal de 20 mm * 20 mm. Aqui, os materiais intermediários não foram reaquecidos durante a etapa de acabamento. No final da etapa de acabamento, a temperatura (uma temperatura da superfície dos materiais intermediários) foi 1010 °C.

[00092] Os materiais de aço rápido para ferramentas 1 e 2 foram recozidos a 870 °C. Então, os materiais 1 e 2 foram aquecidos e mantidos a 1190 °C por 30 minutos e então temperados.

[00093] Os materiais temperados 1 e 2 foram revenidos duas vezes, cada uma a 560 °C por uma hora (uma dureza alvo é 65,5 HRC). Assim, produtos de aço rápido para ferramentas 1 e 2 foram produzidos, os quais correspondem aos materiais de aço rápido para ferramentas 1 e 2, respectivamente.

[00094] As razões de área dos carbonetos do tipo MC e dos carbonetos do tipo M₆C tendo um comprimento máximo de não inferior a 0,40 µm na

estrutura de seção transversal dos produtos 1 e 2 foram medidas com o método de medição acima descrito. A seção transversal observada foi tomada a partir de uma seção longitudinal incluindo uma linha central da barra. Além disso, a porção observada na seção longitudinal foi uma posição a uma distância de 1/8 de um comprimento lateral da barra a partir de uma superfície na direção para o centro do produto. Os resultados estão mostrados na Tabela 4.

[00095] Em adição, os produtos 1 e 2 foram sujeitos a um teste de abrasão do tipo de Ogoshi, no qual a superfície posicionada a uma distância de 1/8 de um comprimento lateral da barra a partir de uma superfície foi usada como uma superfície de teste. As condições de teste foram como seguem.

[00096] Material de contraparte: um SCM415 normatizado (dureza: 183HBW);

carga aplicada: 64,7 N (6,6 kgf.);

distância de deslizamento: 400 m;

velocidade de deslizamento: 0,97 m/s.

[00097] Os testes sob as condições foram conduzidos três vezes para cada produto, e uma taxa de desgaste específica foi medida. As taxas de desgaste específicas foram colocadas na média. Quando a taxa de desgaste específica é menor, mais alta é a resistência ao desgaste. Os resultados estão mostrados na Tabela 4.

TABELA 4

Produto	Temperatura de aquecimento (°C)		Razão de área de carbonetos (%)		Taxa de desgaste específica (x 10 ⁻⁷) (mm ³ /kg)	Observações
	Lingotamento	Acabamento	Carbonetos do tipo MC	carbonetos do tipo M ₆ C		
1	1140	1080	3,9	9,1	0,370	Exemplo de acordo com a invenção
2		1140	3,7	8,7	0,425	Exemplo comparativo

[00098] Para o produto de aço de ferramenta de alta velocidade 1 de acordo com a invenção, a razão de área de carbonetos do tipo MC tendo comprimento máximo não menor que 0,40 μm na estrutura de seção

transversal não foi inferior a 3,8% e aquela dos carbonetos do tipo M_6C não foi inferior a 6,8%. Além disso, a razão de área de carbonetos do tipo M_6C aumentou para 9,0% ou mais. O motivo é suposto, uma vez que o tipo eutético de carboneto do tipo M_2C na estrutura moldada do lingote foi facilitado a se decompor devido à mais alta temperatura de aquecimento do lingote na etapa de lingotamento.

[00099] Por outro lado, as razões de área dos carbonetos do tipo MC e carbonetos do tipo M_6C do produto 2 foram mais baixas que aquelas do produto 1. Embora o lingote 2 tenha sido aquecido a uma alta temperatura de aquecimento na etapa de lingotamento, a temperatura de aquecimento do material intermediário na subsequente etapa de acabamento foi alta e assim os carbonetos dos tipos MC e M_6C na estrutura do material intermediário teriam se dissolvido em uma matriz.

[000100] A taxa de desgaste específica do produto 1 foi menor que aquela do produto 2. Ela mostra que a resistência ao desgaste do produto de aço de ferramenta de alta velocidade 1 é mais alta que aquela do produto 2

LISTA DE SINAIS DE REFERÊNCIA

1 Carbonetos do tipo MC

2 Carbonetos do tipo M_6C

REIVINDICAÇÕES

1. Método para produzir um material de aço de ferramenta de alta velocidade, compreendendo, em % em massa, C: 0,50% a 2,20%, Si: 0,10% a 1,00%, Mn: 0,10% a 1,00%, P: não mais que 0,025%, S: não mais que 0,040%, Cr: 3,00% a 7,00%, Mo e W sozinhos, ou em combinação, em uma quantidade de (W + 2Mo): 5,00% a 30,00%, V: 0,60% a 5,00%, opcionalmente um ou mais de Co: não mais que 10,00%, Al: não mais que 0,30% e Ca: não mais que 0,0150% e o equilíbrio de Fe e impurezas, o método caracterizado pelo fato de que compreende:

uma etapa de moldagem para moldar um lingote de aço a partir de um aço fundido;

uma etapa de lingotamento por aquecimento do lingote produzido na etapa de moldagem a uma temperatura inicial de lingotamento superior a 1120 °C e então lingotamento do mesmo para produzir um material intermediário; e

uma etapa de acabamento por aquecimento do material intermediário produzido na etapa de lingotamento a uma temperatura inicial de acabamento de 900°C a 1115°C e então conformação a quente do mesmo para produzir o material de aço de ferramenta de alta velocidade tendo a composição; e opcionalmente uma etapa de recozimento para recozer o material de aço de ferramenta de alta velocidade tendo a composição produzida na etapa de acabamento.

2. Método para produzir um produto de aço de ferramenta de alta velocidade a partir de um material feito pelo método como definido na reivindicação 1 , caracterizado pelo fato de que compreende ainda:

temperar e revenir o material de aço de ferramenta de alta velocidade.

3. Produto de aço de ferramenta de alta velocidade, caracterizado pelo fato de que compreende, em % em massa, C: 0,50% a

2,20%, Si: 0,10% a 1,00%, Mn: 0,10% a 1,00%, P: não mais que 0,025%, S: não mais que 0,0040%, Cr: 3,00% a 7,00%, Mo e W sozinhos, ou em combinação, em uma quantidade de (W + 2Mo): 5,00% a 30,00%, V: 0,60 a 5,00%, opcionalmente um ou mais de Co: não mais que 10,00%, Al: não mais que 0,30% e Ca: não mais que 0,0150%, e o equilíbrio de Fe e impurezas,

o produto tendo uma estrutura de seção transversal na qual uma razão de área de carbonetos do tipo MC tendo um comprimento máximo que não é menor que 0,40 μm na estrutura de seção transversal não é inferior a 3,8%, e uma razão de área de carbonetos do tipo M_6C tendo um comprimento máximo que não é menor que 0,40 μm na estrutura de seção transversal não é inferior a 6,8%.

FIG. 1

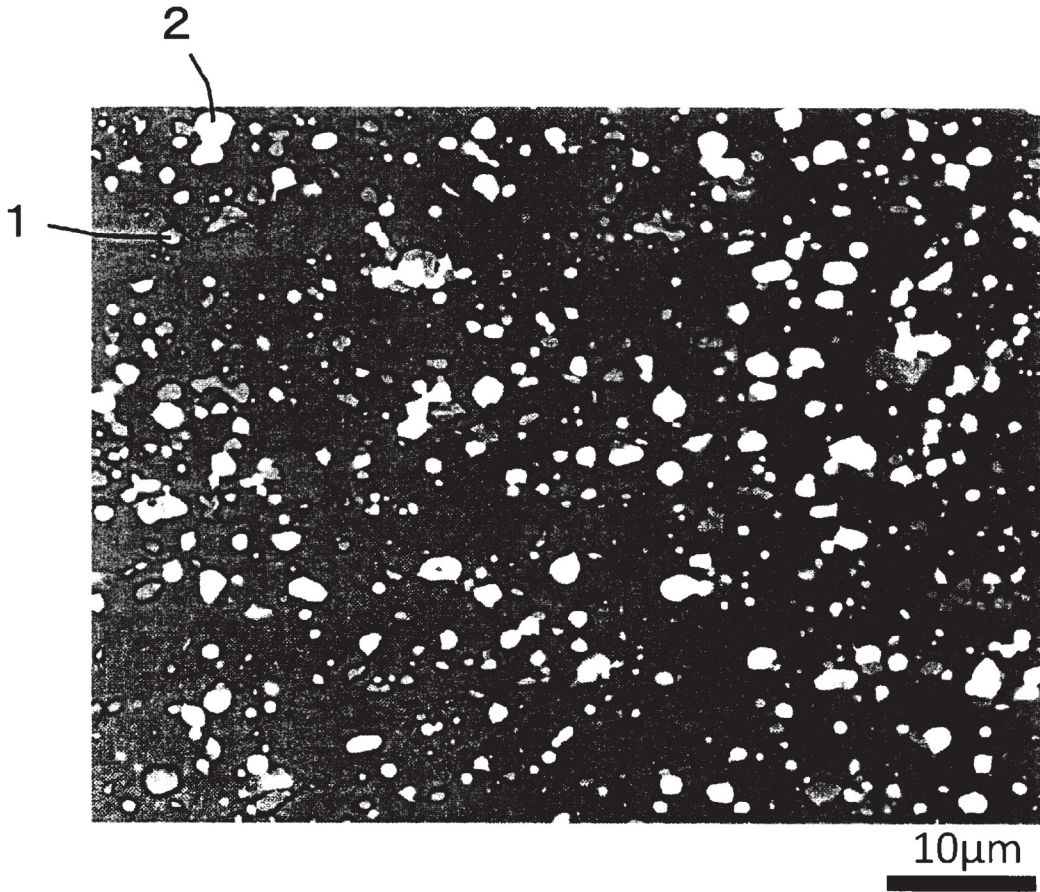


FIG. 2

